

**REGISTRO, LIMPIEZA, GEORREFERENCIACIÓN Y
FORMATOS DEL LEVANTAMIENTO DE VILA VELLA EN
TOSSA DE MAR.**

Mt. Univ. Juan Manuel Corso Sarmiento
Arquitecto
Julio 2011

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación se basa en el levantamiento realizado para el ayuntamiento de Tossa de Mar, de la Vila Vella, en el año 2008 por el Laboratorio de Modelización Virtual de la Ciudad LMVC. El cual se realizó en función del plan especial de dicho ayuntamiento, enfocado principalmente en la documentación de las fachadas.

Esta documentación se realizó mediante un proceso de renderizado de las nubes de puntos, con el uso de herramientas de sección de esta y finalizó en este proyecto con orto imágenes a escala 1:100, generadas a partir del renderizado de las fachadas ortogonales orientadas a una cámara, con el programa Pointools.

“El levantamiento no es un simple trabajo de medición y representación, sino una rigurosa tarea destinada a la profunda comprensión del objeto arquitectónico y a la formación de la visión crítica y personal: razón y emoción deben entrar en juego, ya que el cometido del dibujante no es sólo el de representar de forma sistemática o mecánica (como una máquina): el análisis y la síntesis gráfica no pueden prescindir de las intenciones del autor”¹.

El artículo 16 de la Carta de Venecia de 1964 septiembre, las responsabilidades de los encargados de la comprensión y cuidado del medio ambiente histórica para asegurar que en todas las obras de conservación, restauración y de excavación irán siempre acompañados de una documentación precisa, en forma de informes analíticos y críticos, ilustrado con dibujos y fotografías. Todas las etapas del trabajo de desmontaje, consolidación, recomposición e integración, así como las características técnicas y formales identificados a lo largo de la obra, deben ser incluidas. Este registro debe ser colocado en los archivos de una institución pública y puestos a disposición de los investigadores. Se recomienda que el informe debe ser publicado.

Encuesta es un aspecto clave de la documentación del patrimonio reconocido por el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) Asamblea General en Sofía en 1996: "La grabación es la captura de información que describe la configuración de la condición física, y el uso de los monumentos, conjuntos de edificios y los sitios, en los puntos en el tiempo y es una parte esencial del proceso de conservación.

¹ GÁMIZ Gordo, Antonio, Ideas sobre análisis, dibujo y arquitectura, Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones, Sevilla, 2003, pág 130

1. Análisis preliminar de Vila Vella en Tossa de Mar, planteando una aproximación metodológica para su levantamiento arquitectónico:

LOCALIZACIÓN: Provincia de Gerona, Cataluña. Está situado en la comarca de la Selva, y su ubicación en la Costa Brava hace que sea un destino turístico importante.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS VILA VELLA EN TOSSA DE MAR: En la bahía de Tossa hay un pequeño promontorio en plena playa, en el que se sitúa un recinto amurallado medieval, llamado la Vila Vella, que cuenta con siete torres circulares. Se estima su origen en el siglo XII, y que fue construido para evitar los ataques de piratas. En su interior se encuentran los restos de una iglesia y el palacio del gobernador del siglo XIV.

MEDICIÓN Y DIBUJO: Existe una necesidad de control métrico cuando diferentes componentes de un grupo de conservación necesitan trabajar juntos, con datos de medición común en el círculo de conservación.

Para llegar a una apropiada técnica es esencial entender su uso, la precisión y los recursos disponibles. Existe una "relación entre la escala requerida, la selección de los datos y el resultado deseado."²

ESCALAS DE APROXIMACIÓN: Cuando la información es transmitida se muestra como una representación escalada de lo que fue registrado, siendo un mal entendido común, en el cual la visualización de la información en los sistemas de Computer Aided Design (CAD) son "libres de escala", esto nunca puede ser el caso, ya que "los datos del levantamiento son necesariamente una abstracción: su propósito es transmitir una selección de información. En los levantamientos se espera su entendimiento y subsecuentemente utilizando con una escala en mente.... Entender las limitaciones de escala es fundamental para hacer un uso adecuado de los datos de la información levantamiento"³

- Forma, análisis morfológico, escala 1:100
- Detalles, Escala 1:50
- Material, escala 1:20

² ANDREWS, David., BEDFORD, Tom., BLAKE, Bill., BRYAN, Paul., CROMWELL, Tom., LEA, Richard., Measured and Drawn, Techniques and practice for the metric survey of historic buildings (second edition), English Heritage, England, 2009, pág. 1

³ Ibid., pág 2 Op. Cit. ANDREWS, Davis.

2. Mejoras en la optimización de la información del Escáner de tiempo de vuelo Riegl z420i, en Vila Vella (Tossa de Mar), en relación al levantamiento realizado en el 2008 por el LMVC⁴.

La corrección que se realizó de la información adquirida gracias a la Tecnología de escáner Láser Terrestre TLS Riegl z420i comenzó desde la toma de datos, definiendo una nueva metodología para el registro y limpieza de la información proveniente de esta tecnología, identificando los problemas que tiene el post-proceso del levantamiento realizado en el 2008, en busca de un proceso que permitiera evaluar la precisión alcanzada.

Para la corrección de dichos problemas, se buscaron bases topográficas que permitieran la alineación del modelo con respecto a la vertical y su correcta georreferenciación, generando una metodología que permitiera evaluar el error del registro por segmentos dada la cantidad de posiciones y la distancia que estas cubren, ya que no es homogénea dada la complejidad de este casco histórico.

Por otra parte la información de color no fue alterada y se utilizara tal cual en el proyecto de tesis, siendo complementaria por un registro fotográfico orientado a complementar la información que la resolución del TLS no logro adquirir en el 2008.

Las mejoras en el post-proceso de la información del TLS de Vila Vella son:

- Identificación de la presión en el proceso de registro.
- Puntos de control en el proceso de registro.
- Corrección de la precisión de la verticalidad del modelo utilizando bases topográficas.
- Georreferenciación, facilitando el intercambio de información de otras bases de datos.
- Se recuperaron posiciones eliminadas por el ruido que tienen, al ser en su mayoría de vegetación (sin información de fachada), puesto que el proyecto del 2008 se omitieron en el proyecto final posiciones que no aportaban datos de fachada, en la medida que estas mostraban errores en el registro, principalmente por ser posiciones en las que predomina la vegetación.
- Mejora en los procesos de limpieza al unir tomas lejanas. El ruido, información inexistente y elementos que se mueven no son identificables en los procesos de limpieza manual por posición cuando hay poca densidad de puntos o al estar lejos del centro de la toma de datos, generando ruido y elementos que no pertenecen al caso de estudio estudiado cuando las posiciones se unen.

⁴ Levantamiento de Vila Vella, para el plan especial de Tossa de Mar, por el Laboratorio De Modelización Virtual De La Ciudad, de la Universidad Politécnica de Catalunya.

- Reducción del ruido de la información de intensidad, corrección manual del color sobre la nube de puntos

2.1 TLS Metodología de registro y verificación del error

En la definición de una nueva metodología para el registro de posiciones del Escáner Láser Terrestre Riegl z420i, se consideraron métodos tradicionales de topografía, para tener pautas de control de la precisión alcanzada, estableciendo pautas a seguir para optimizar procesos de unión entre posiciones en la toma de datos a escala urbana.

Este registro se llevo a cavo utilizando el programa polyworks, estableciendo el control entre posiciones mediante promedios estadísticos, en base a la coincidencia de información entre posiciones. Las pautas que se tuvieron en cuenta para mejorar el proceso de registro con respecto al alcanzado en el levantamiento del 2008 con:

- En primer lugar, se eliminaron en polyworks informaciones que cambian entre posiciones de la toma de datos, como lo son la vegetación, banderas, cables, etc.. Dicha información no puede ser eliminada en el primer proceso de limpieza de las nubes de puntos, ya que son parte del contexto del levantamiento, pero al moverse por ejemplo con el viento, generan un error en el calculo del registro, impidiendo alcanzar ciertos niveles de precisión exigidos de ante mano.
- El proceso de unión necesita pautas de control, para continuar con el proceso a lo largo de zonas urbanas, por lo cual se realizaron uniones parciales que pudieran ser comprobadas, relacionando posiciones iniciales con finales de forma cerrada en pequeñas zonas, como lo zon las manzanas, tratando de imitar el proceso de ***Closed traverse***⁵, llevado a cabo por estaciones totales o teodolitos.
- Evitar unir posiciones a lo largo de un único eje, ya que el promedio de error acumulado seria desproporcionado con respecto al otro eje, dada las dimensiones de los proyectos a escala urbana. Ejemplo de verificación unión entre posiciones
- El levantamiento requiere una red de puntos fijos con un alto grado de precisión, para que el detalle las medidas se considere correcto. Estos puntos fijos se pueden realizar con un levantamiento topográfico tradicional. Este punto se tratara con detalle en el apartado 2.3.
- Realizar una comprobación de la media y la desviación estándar alcanzada en el proyecto. En el caso de Vila Vella se llevo a unas máximas de media 0.00055m desviación estándar 0.0055m, figura 1.

⁵ Op. Cit. ANDREWS, Davis. pág 7

Figura 1: máximas de media 0.00055m y desviación estándar 0.0055m

Indx	Conv	Mean	StdDev	Indx	Conv	Mean	StdDev	Indx	Conv	Mean	StdDev
2	2.3e-007	-0.000053	0.005071	18	0.000004	-0.000151	0.004524	31	0.000001	-0.000050	0.005038
3	1.7e-007	-0.000022	0.004987	19	0.000001	0.001112	0.004902	32	0.000001	-0.000399	0.005094
4	2.2e-007	-0.000003	0.004964	20	0.000004	0.000010	0.005112	33	2.0e-007	-0.000067	0.005189
5	1.3e-007	0.000032	0.004980	21	3.4e-007	-0.000076	0.005193	34	0.000001	-0.000098	0.004882
6	9.6e-008	-0.000028	0.004954	22	0.000009	0.000409	0.005287	35	9.9e-007	0.000154	0.005083
7	4.5e-007	-0.000077	0.005011	23	8.7e-007	0.000099	0.005236	36	1.5e-007	-0.000088	0.005044
8	1.5e-007	0.000179	0.004979	24	0.000001	-0.000139	0.005285	37	1.0e-008	-0.000145	0.005009
9	6.6e-007	0.000018	0.005005	25	3.0e-007	-0.000750	0.005163	38	1.4e-007	-0.000198	0.005008
10	0.000008	-0.000112	0.004873	26	3.9e-007	-0.000205	0.005090	39	6.1e-007	0.000375	0.005014
11	7.8e-007	0.000520	0.004890	27	4.6e-007	-0.000286	0.005078	40	3.6e-008	0.000909	0.005136
12	0.000001	-0.000439	0.004796	28	2.8e-008	0.000218	0.004982	41	0.000002	0.000163	0.005218
13	0.000001	-0.000068	0.005051	29	2.3e-007	-0.000380	0.005223	42	4.7e-007	-0.000161	0.005178
14	5.2e-007	0.000094	0.005078	30	0.000003	0.000038	0.005096	43	0.000009	0.000411	0.005164
15	4.3e-007	0.000105	0.005091	31	0.000001	-0.000050	0.005038	44	2.7e-007	0.000359	0.004971
16	9.0e-007	0.000076	0.005048	32	0.000001	-0.000399	0.005094	45	2.4e-007	0.000049	0.004940
17	2.2e-007	0.000229	0.005058	33	2.0e-007	-0.000067	0.005189	46	1.2e-007	0.000249	0.005205

Fuente: Propia

2.2 Identificación cartografía pública

Existen amplias bases de datos cartográficos que se pueden descargar de forma gratuita por internet, como por ejemplo:

Información de planeamiento (Zonas de Vila Vella)

Cartografía WMS del Catastro (Dirección General del Catastro, 2010)

Cloudmade (Open Street Map, datos de transporte, entre otros)

Goolzoom (Datos a nivel de barrio, 2010)

En cuanto a bases topográficas el Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC) proporciona de forma gratuita de ciertos municipios bases muy detalladas.

Cartografía del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

Base topográfica 1:5.000 (Mayo de 2001)

Orto foto 1:5.000 , 0,5m/pix (Junio de 2008)

Orto Foto 1:2.500

modelo de elevaciones 15x15 sant feliu de guixols

Cartografía 1:1.000 (Proyecto 08,09-2004 código 00119771600)

Formato: SHP 3D

Fecha del vuelo: Agosto de 2004

Fecha de revisión de campo: Diciembre de 2005⁶

La información en formato SHP contiene las siguientes capas:

Fachadas CON_01*

Porches CON_02*

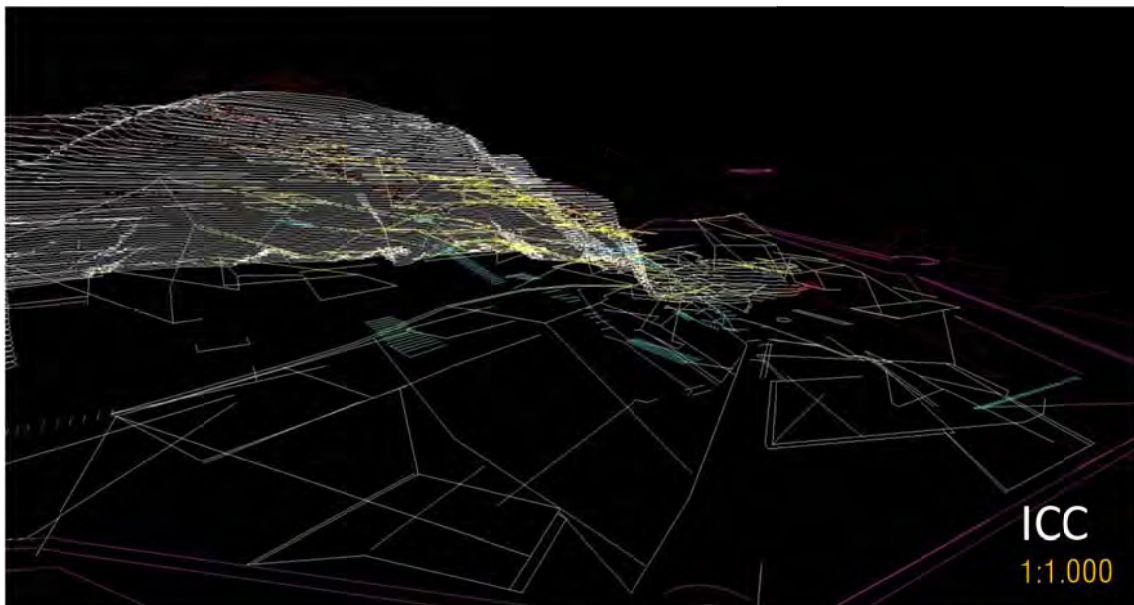
⁶h <http://www.icc.cat/cat/Home-ICC/Inici/Cartografia/Documentacio/Especificacions-tecniques>

Medianeras CON_03*
Vertientes CON_04*
Cubiertas CON_07*
Ruinas CON_10*
Muros CON_14* + CON_15* + CON_18
Desniveles y barandillas CON_20
Escalones CON_23
Cumbreras CON_29

Como podréis comprobar con la figura 2, la topografía no es fácilmente interpretable en 3D, ya que las zonas urbanas son complejas y esta información no llega a identificar que líneas o puntos son de parcelas identificables, a no ser que se mire esta información en planta.

Por esta razón aunque la información es muy precisa es difícilmente manipulable para proyectos Arquitectónicos y para su manipulación a nivel de parcela en este caso de Tossa de Mar.

Figura 2. Información 1/1000 del ICC



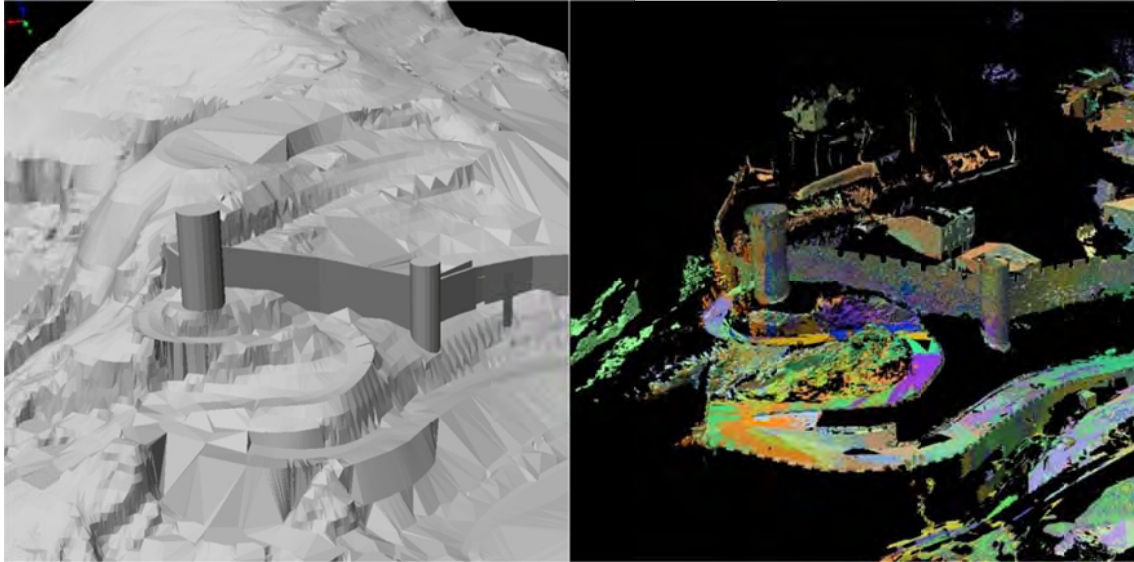
Fuente: Propia

2.3 Georreferenciación basada en puntos del ICC

Al realizar una comprobación de esta información con la unión previa de Vila Vella en el 2008, se ratificó la precisión de las bases cartográficas 1:1000, como se ve en la figura 3. Sin embargo la falta de homogeneidad en la descripción de los vectores limita encontrar puntos en común en las zonas edificadas, siendo una excepción de ello la muralla medieval y la topografía de

la Vila Vella, que al ser de piedra, permite tener puntos que no cambian para realizar una georreferenciación de la base TLS.

Figura 3. Comparativa malla TLS y malla generada de la información ICC

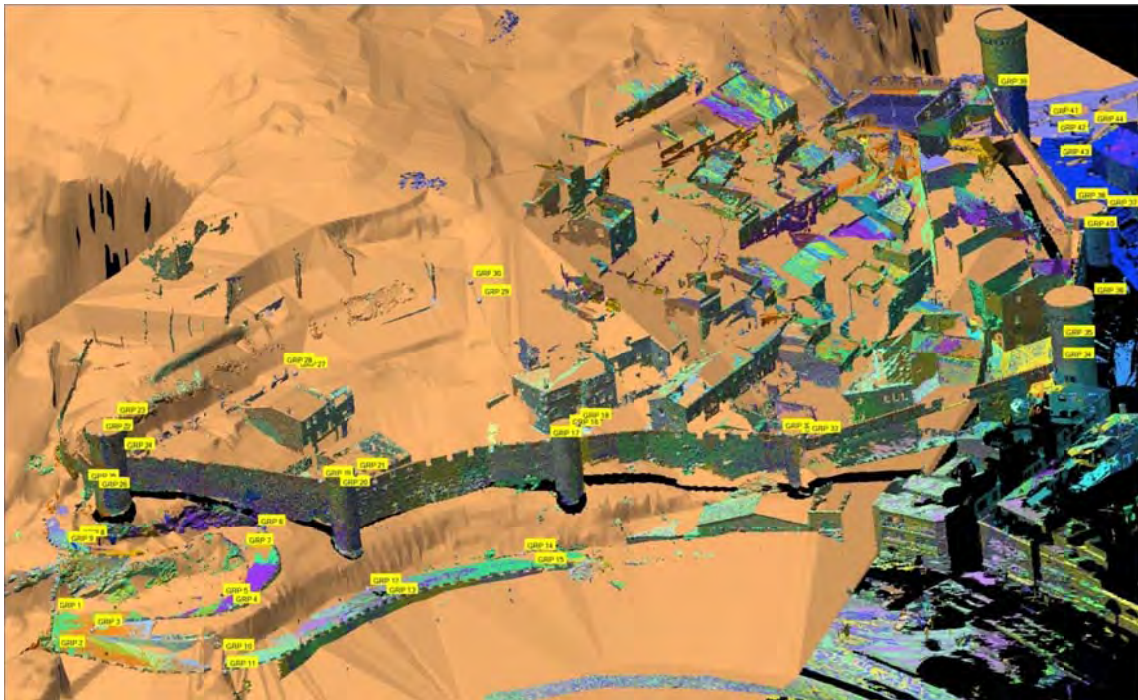


Fuente: Propia

Para la georreferenciación se utilizó el programa polyworks, identificando de antemano los puntos coincidentes que no cambiarían con el tiempo desde el levantamiento del LMVC en el 2008 y el levantamiento topográfico del 2004 realizado por el ICC. Estos puntos como se mencionó anteriormente son la muralla, la vía de acceso de coches a Vila Vella y la topografía de piedras. Llegado a identificar 150 puntos coincidentes para la georreferenciación, como se ve en la figura 4.

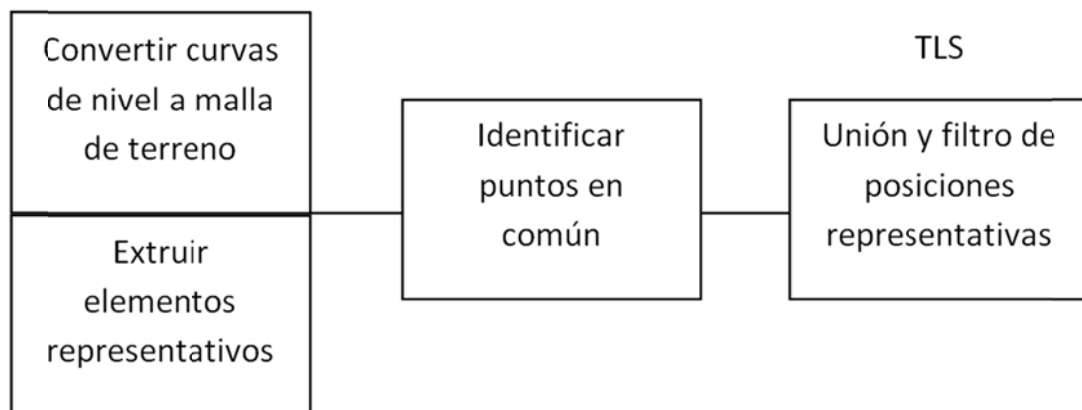
Como proceso previo a la identificación de puntos coincidentes para la georreferenciación, se convirtió la información vectorial del ICC en mallas, como se ve en el esquema de la figura 5, convirtiendo las curvas de nivel en una malla de terreno y proyectando en 3d los círculos y las líneas que definen la muralla este terreno.

Figura 4. 150 puntos para la georreferenciación entre información del ICC y TLS



Fuente: Propia

Figura 5. Esquema para unir información vectorial y mallas generadas por TLS
1:1000 ICC



Fuente: Propia

En la Figura 6 podéis corroborar la precisión de la información del ICC, la cual no fue conseguida con escáneres aéreos LIDAR, sino con procesos topográficos, lo cual es de admirar, aunque como es del 2004 necesita ciertas modificaciones puntuales en las escaleras de los paseos peatonales.

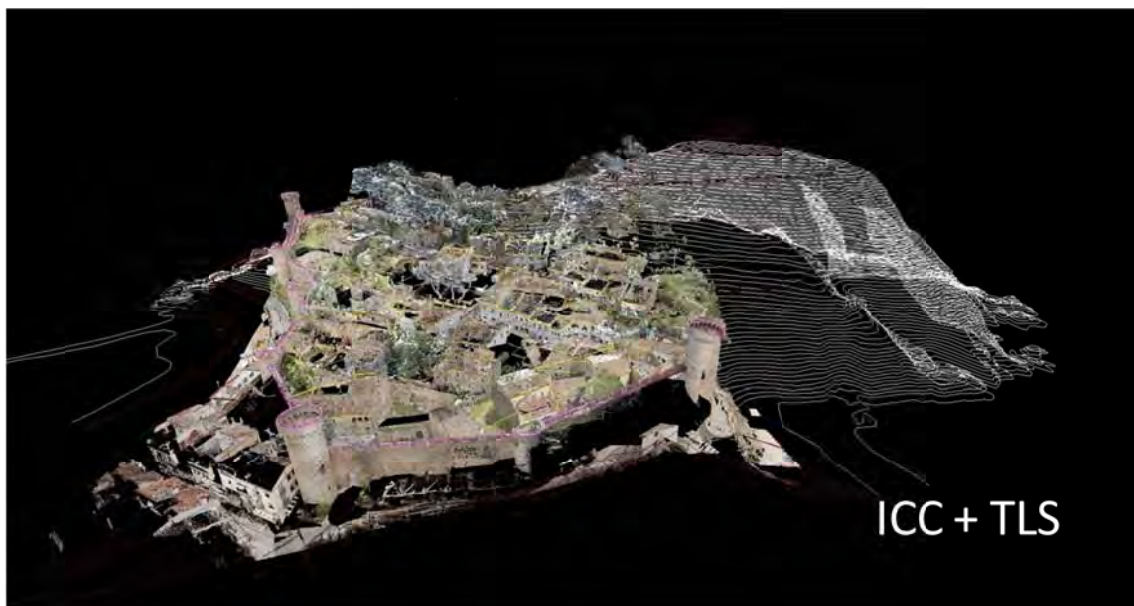
Figura 6: Comparación de la información del ICC y TLS



Fuente: Propia

Complementario a las mejoras que aporta el relacionar la información topográfica al proceso de unión, en cuanto a la verticalidad y ratificación de la precisión, permite la relación entre bases de datos, como se ve en la figura 7, en la cual se complementa información que no se registro dado el tamaño de la montaña en la cual se encuentra Vila Vella, permitiendo en procesos posteriores añadirle información georreferenciada al modelo urbano que se generaría como etapa posterior del levantamiento arquitectónico de este centro patrimonial.

Figura 7: Información complementaria al levantamiento TLS



Fuente: Propia

2.4 Limpieza de POD (ruido visible y corrección del color saturación)

En el proyecto del levantamiento de Vila Vella del 2008 se realizó una limpieza manual de una de las posiciones escaneadas, pero al unir las el ruido y los elementos que no corresponden con este casco urbano se hicieron visibles, ya que en cada una de las posiciones solo se puede limpiar elementos que sean identificables visualmente, y al disminuir la resolución de la información a la distancia se dificulta tal identificación, considerando que a un radio mayor de 15 metros es difícil interpretar si por ejemplo se trata de una persona en movimiento o un elemento propio del levantamiento, teniendo en cuenta que el instrumento con el que se registra, el Riegl z420i tiene un alcance de hasta 300 metros útiles.

Por ello se realizó una segunda limpieza por una parte automática, en la que se detectaron y eliminaron:

- Puntos aislados del promedio de la nube de puntos
- Grupos de puntos fuera del promedio de la nube de puntos
- Disminución del ruido en promedio de planos
- Reducción redundancia de puntos con una distancia menor de 0,005m

Posterior a este proceso se realizó una limpieza manual de la información, ya que los interiores de las edificaciones son innecesarios a esta escala de trabajo, y todavía quedan elementos que no se eliminaron de la primera limpieza manual, como lo son personas en movimiento, ejemplificadas en la figura 8.

Figura 8: Segundo proceso de limpieza manual

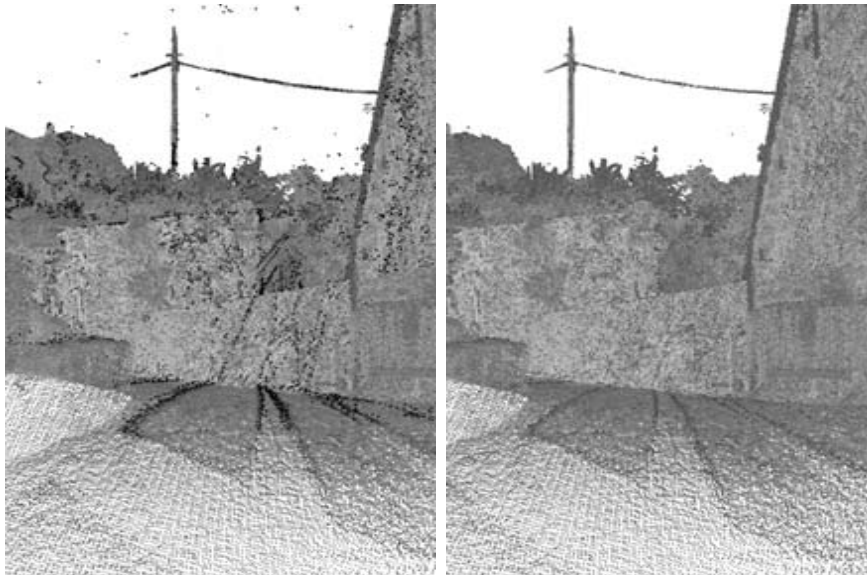


Fuente: Propia

En la figura 8 se muestra el procedimiento para dicha eliminación, en el programa Pointools Edit Pro, realizando una sección de 2,5 metros de la nube, que se fue moviendo con esta misma distancia sobre toda la información del TLS, a modo de barrido.

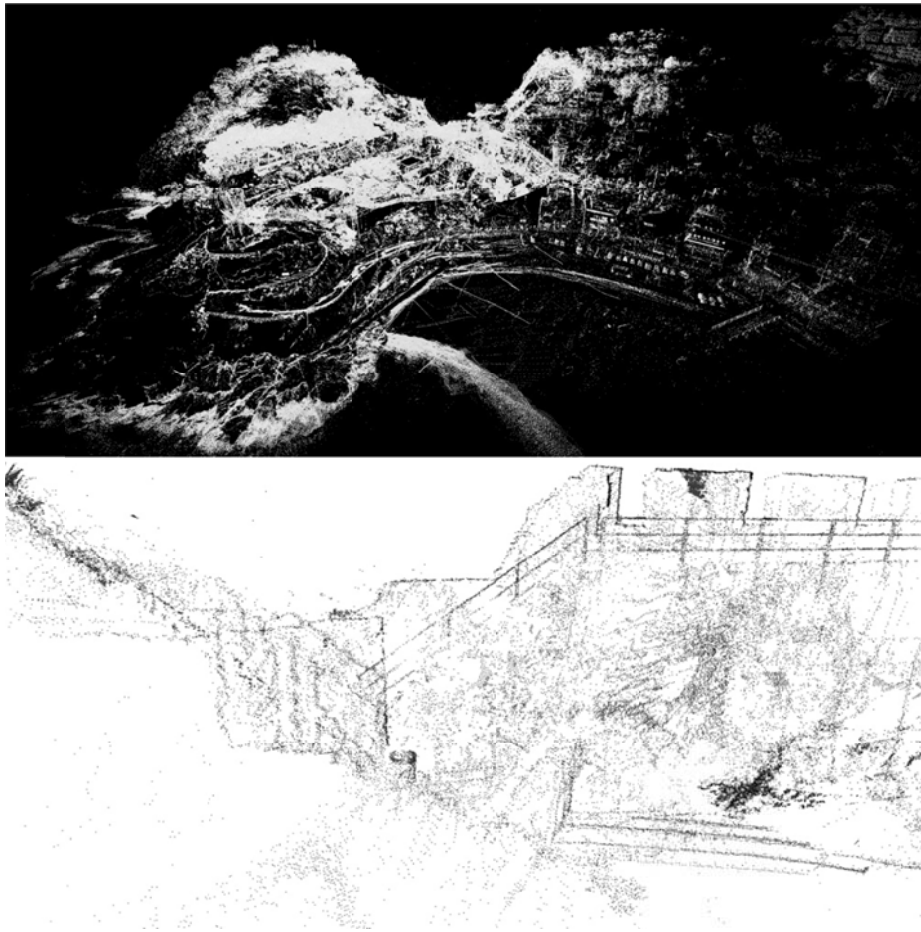
Por otra parte de forma semi automática se disminuyó el ruido que tenía la información de intensidad, extrayendo a un archivo complementario los rangos de intensidad entre el rango de 0.03 a 0.4 db, con una tolerancia de 30%, estos valores se determinaron mediante pruebas consecutivas sobre la selección de información sobre el modelo y su verificación posterior, como se ve en la figura 10 y 11.

Figura 10: Limpieza de la información de intensidades. Izquierda información inicial y derecha sin los rangos de intensidad predefinidos



Fuente: Propia

Figura 11: Archivo complementario de los puntos extraídos por intensidad (11'321.000 puntos)



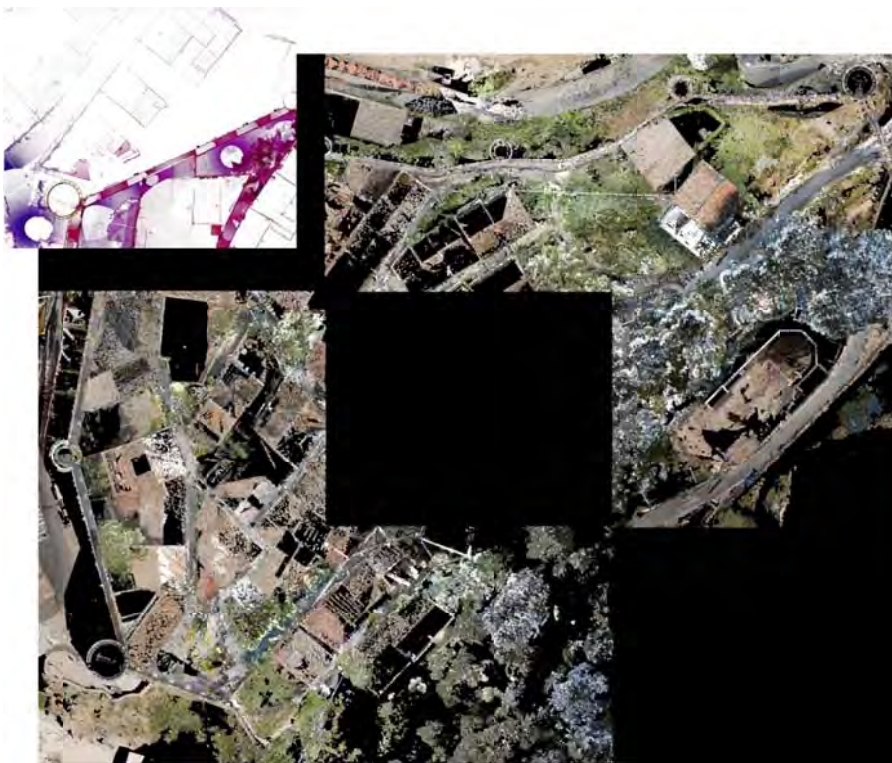
Fuente: Propia

2.5 División de la nube de puntos para su manipulación en Sistemas de información Geográfica SIG.

Puesto que en la siguiente etapa de este trabajo se pretende manejar la información de este levantamiento como imágenes, estas tendrán un tamaño máximo, en los cuales la cantidad de información también es limitada. Con este propósito se definió tras el uso de esta información un límite de 65 mil puntos por sección de la nube punto que abarca este proyecto, y con un tamaño de 56 x 46 metros para cada zona de análisis, dividiendo el casco histórico en 9 segmentos, como se ve en la figura 12.

La primera nube de puntos tiene como centro X -71, Y 100, y el tamaño de la caja que la contiene es X 56, Y 46 y las siguientes cajas siguen esta referencia.

Figura 12: División de la nube de puntos de Vila Vella



Fuente: Propia

La información de contexto también se separó en otro archivo de nube de puntos (figura 13), delimitándolo con los siguientes parámetros:

División de la nube de puntos en cajas (interior – exterior)

- Centro de la caja: X -43, Y 123
- Tamaño de la caja: X 168, Y 138

Figura 13: Nube de puntos del contexto



Fuente: Propia